

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

DE 00/1503
09/980173
EJU



REC'D 28 JUL 2000	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

199 24 607.6

Anmeldetag:

28. Mai 1999

Anmelder/Inhaber:

Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung:

Inspektionsvorrichtung für eine Ringbrennkammer
einer Gasturbine und Verfahren zur Inspektion einer
Ringbrennkammer einer Gasturbine

IPC:

G 01 M, F 02 C und G 01 M

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 12. Juli 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Beschreibung

Inspektionsvorrichtung für eine Ringbrennkammer einer Gastur-
bine und Verfahren zur Inspektion einer Ringbrennkammer einer
5 Gasturbine

Die Erfindung betrifft eine ferngesteuerte Inspektionsvor-
richtung für eine Ringbrennkammer einer Gasturbine. Die Er-
findung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Inspektion einer
10 Ringbrennkammer einer Gasturbine.

Aus der US-PS 4,255,762 ist eine Vorrichtung zur Inspektion
von Röhren bekannt. Auf einem Prüfkopf der Vorrichtung ist
ein optisches System zur Aufnahme von Prüfbildern der inneren
15 Oberfläche der Röhre montiert. Die Prüfvorrichtung weist ei-
nen Positioniermechanismus auf, mit dem der Prüfkopf transla-
torisch und rotatorisch bewegbar ist. Mittels einer Auswerte-
einrichtung außerhalb der Röhre sind Videobilder in einer
Röhrenoberfläche darstellbar. Mittels eines Abstandssensors
20 wird der Prüfkopf berührungsfrei in der Röhre geführt.

Die DE 41 32 281 A1 zeigt ein Antriebsaggregat zum Durchfah-
ren einer Rohrleitung. Das Antriebsaggregat weist einen An-
trieb, mehrere durch den Antrieb zur Drehung angetriebene
Sonnenräder, jeweils mindestens 2 mit jedem Sonnenrad käm-
mende Planetenräder und mehrere Antriebsräder mit Lauflächen
auf. Die Lauflächen werden durch die orbitale Drehung der
Planetenräder gegen die Innenwandfläche des Rohres gedrückt.
Eine Fahrsonde, die als Inspektionsgerät zum Fahren durch ein
30 Rohrleitungsnetz mit Biegungen und Abzweigungen betrieben
wird, besteht aus der Kopplung von zwei der oben beschriebe-
nen Antriebsaggregate. Die Antriebsaggregate sind am vorderen
und hinteren Ende einer biegbaren Vorrichtung montiert. Da-
durch wird ein stoßfreies Durchfahren eines Rohrleitungs-
35 netzes ermöglicht.

Aufgabe der Erfindung ist anzugeben, wie die Inspektion einer Ringbrennkammer einer Gasturbine schnell, kostengünstig und hinsichtlich einer zuverlässigen Fehlererkennung in einer besonders effektiven Weise durchführbar ist.

5

~~Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß eine fernge-~~
steuerte Inspektionsvorrichtung für eine Ringbrennkammer ei-
ner Gasturbine angegeben, die einen fernlenkbaren Antriebsme-
chanismus, eine bewegliche Videokamera, eine Beleuchtungsein-
richtung, ein Traggestell für die Videokamera, den Antriebs-
mechanismus und die Beleuchtungseinrichtung und Mittel zum
Übertragen von Videobildern der Videokamera zu einer Auswer-
teeinrichtung aufweist.

15 Eine Brennkammer einer Gasturbine ist ein thermisch sehr hoch
belasteter Bereich. Eine solche Brennkammer weist eine hitze-
beständige Innenauskleidung auf. Diese Innenauskleidung ist
einer erheblichen Oxidation und Korrosion ausgesetzt. Dies
führt zu Verschleiß, der frühzeitig erkannt werden muß bevor
20 es zu durch den Verschleiß induzierten Folgeschäden kommt.
Gerade bei für thermische Extrembelastungen ausgelegten
Innenauskleidungen sind häufig komplexe Beschichtungssysteme
zum Schutz der Innenauskleidung auf diese aufgebracht. Ein
lokales Abplatzen dieser Beschichtung muß frühzeitig und
zuverlässig detektiert werden. In die Brennkammer münden
Gasturbinenbrenner, die ebenfalls einer extrem hohen
thermischen Belastung ausgesetzt sind. Insbesondere die zur
Erzeugung einer die Verbrennung stabilisierenden Rückströmung
dienenden Drallgitter eines solchen Brenners, müssen
30 regelmäßig auf Verschleiß kontrolliert werden. Schließlich
ist auch eine sich an die Brennkammer anschließende erste
Leitschaufelreihe der Gasturbine extrem hohen thermischen
Belastungen ausgesetzt. Auch hier ist eine regelmäßige und
genaue Kontrolle der Oberfläche der Leitschaufeln erfor-
35 derlich.

Bisher wurde die Brennkammer einer Gasturbine durch eine unmittelbare Inaugenscheinnahme des Brennkammerzustandes geprüft. Dabei wurde entweder die Gasturbinenbrennkammer unter erheblichem Aufwand soweit geöffnet, daß eine Zugänglichkeit aller zu prüfenden Bereiche möglich war oder es wurde - bei einer großen stationären Gasturbine - zumindest ein Teilbereich der Brennkammer über einen Mannlochzugang geprüft. Die Beurteilung eines tatsächlichen Verschleißzustandes und insbesondere die Erkennung möglicherweise kritischer und wartungsbedürftiger Bereiche erfordert sehr erfahrenes Personal. Aufgrund dieser sehr kritischen Prüfung sowie aufgrund der grundsätzlichen Zugänglichkeit einer Gasturbinenbrennkammer durch eine unmittelbare Inaugenscheinnahme wurde bislang nicht in Erwägung gezogen, bzw. überhaupt für technisch umsetzbar gehalten, eine Kontrolle mittels eines ferngesteuerten optischen Erkennungssystems vorzunehmen. Gerade bei einer Ringbrennkammer liegt zudem eine komplexe Innengeometrie vor, die für ein ferngesteuertes System nur schwer so zugänglich ist, daß tatsächlich auch alle zu prüfenden Bereiche sicher abprüfbar sind.

Mit der Erfindung wird dieses Vorurteil überwunden. Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, daß durch eine solche ferngesteuerte Inspektionsvorrichtung mit einem Videokamerasystem erhebliche zusätzliche Vorteile gegenüber einer unmittelbaren Inaugenscheinnahme erzielbar sind, die bisher überhaupt nicht erwogen wurden. Einerseits läßt sich durch die ferngesteuerte Inspektionsvorrichtung die komplette Ringbrennkammer durch einen Mannlochzugang inspizieren, ohne dabei die Ringbrennkammer weiter zu öffnen. Dies hat erhebliche Verkürzungen von Revisionszeiten zur Folge. Zudem läßt sich mit Hilfe des Videosystems der Zustand der Brennkammer genau dokumentieren. Dabei ist z.B. ein Vergleich mit früheren Inspektionen und damit z. B. eine Kontrolle der Verschleißfortschrittsgeschwindigkeit möglich und sogar quantifizierbar. Mit Hilfe der Videoerfassung wird zudem eine vom Standort der Gasturbine unabhängige Beurteilung des Brennkammerzustandes

möglich. Somit könnte z. B. die Inspektion gemäß eines automatisierten Ablaufes erfolgen und anschließend die Beurteilung des Verschleißzustandes der einzelnen Bereiche z.B. zentral in einem Know-How-Zentrum überprüft werden.

5 Damit werden auch maschinenübergreifend evtl. vorhandene

~~Problembereiche der Gasturbinen gleichen Typs identi-~~

10 zierbar. Weiterhin erlaubt die ferngesteuerte Inspektions-
vorrichtung, falls erforderlich, mittels einer Positions-
kontrolle die genaue Zuweisung von Positionen von Fehlerbe-
reichen. Damit kann beispielsweise gezielt bei einer späteren
Wartung anhand der Inspektionsdaten eine Fehlerbehebung
stattfinden.

15 Bevorzugt weist der Antriebsmechanismus einen Elektromotor
und Räder auf, von welchen Rädern mindestens eines durch den
Elektromotor antreibbar ist. Somit ist die Inspektionsvor-
richtung als ein Fahrzeug ausgebildet, welches sich auf Rä-
dern eigenständig durch die Ringbrennkammer bewegt.

20 Bevorzugt weist der Antriebsmechanismus eine, insbesondere C-
förmige, Schiene auf, mit der das Traggestell fahrbar ist. In
dieser Ausgestaltung wird also die auf dem Traggestell mon-
tierte Videokamera mit der Beleuchtungseinrichtung über eine
C-förmige Schiene in die Brennkammer eingeführt. Diese
Schiene kann beispielsweise teleskopförmig ausfahrbar sein.
Durch die Einführung dieser Schiene über ein Mannloch in die
Ringbrennkammer ist es somit möglich, die Ringbrennkammer
mittels einer an der Schiene montierten Videokamera, zu
inspizieren.

30

Bevorzugtermaßen weist der Antriebsmechanismus einen Ge-
lenkarm auf, auf dem das Traggestell montiert ist. Diese Aus-
führungsform entspricht in ihrer Funktionsweise insoweit der
Schiene, als die Videokamera und das Beleuchtungssystem über
35 eine geeignete Stelle, z.B. das Mannloch, in die Ringbrenn-
kammer eingeführt und von dort ferngelenkt durch die Ring-

brennkammer geleitet wird. Auch in diesem Fall ist kein weiteres Aufdecken der Ringbrennkammer nötig.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß weiterhin gelöst durch ein
 5 Verfahren zur Inspektion einer Ringbrennkammer einer Gastur-
 bine, ~~bei dem eine Videokamera ferngelenkt in die Ringbrenn-~~
 kammer eingeführt und so geschwenkt wird, daß durch die Vi-
 deokamera, Videobilder von Bereichen der Innenwände der Ring-
 brennkammer aufgenommen werden, welche Videobilder an eine
 10 außerhalb der Ringbrennkammer positionierte Auswerteeinrich-
 tung übermittelt werden. Die Vorteile eines solchen Verfah-
 rens entsprechen den obigen Ausführungen zu den Vorteilen der
 Inspektionsvorrichtung.

15 Die Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der
 Zeichnung näher erläutert. Es zeigen teilweise schematisch
 nicht maßstäblich:

FIG 1 einen Längsschnitt durch eine Gasturbine,
 20 FIG 2 eine als Fahrzeug ausgebildete Inspektionsvorrichtung,
 FIG 3 eine auf einer teleskopförmigen Schiene angeordnete In-
 spektionsvorrichtung, und
 FIG 4 eine Inspektionsvorrichtung mit einem Gelenkarm.

Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die
 gleiche Bedeutung.

FIG 1 zeigt eine Gasturbine 1. Aufeinanderfolgend und mitein-
 ander verbunden angeordnet sind ein Verdichter 3, eine Ring-
 30 brennkammer 5 und ein Turbinenteil 7. Die Ringbrennkammer 5
 bildet durch eine innere Innenwand 9 und eine äußere Innen-
 wand 11 einen ringförmigen, sich in Richtung auf das Turbi-
 nenteil 7 verengenden Ringraum 10. Am verdichterseitigen Ende
 der Ringbrennkammer 5 mündet ein Gasturbinenbrenner 13 in die
 35 Ringbrennkammer 5. Am turbinenteilseitigen Ende der Ring-
 brennkammer 5 ist eine erste Leitschaufelreihe 15 des Turbi-
 nenteils 7 angeordnet.

Durch den Verdichter 3 wird Umgebungsluft 17 verdichtet und dem Gasturbinenbrenner 13 zugeführt. Der Verdichterluft 17 wird im Gasturbinenbrenner 13 Brennstoff zugemischt und in der Ringbrennkammer 5 gezündet. Das so entstehende heiße Abgas 19 wird dem Turbinenteil 7 zugeleitet. Die hierbei entstehenden Temperaturen von mehr als 1000° C belasten alle Bauteile der Ringbrennkammer 5 extrem hoch. Die Ringbrennkammer 5 ist deswegen mit einer hier nicht näher dargestellten Innenauskleidung versehen, die die thermische Belastung durch das heiße Abgas 19 aufnimmt. Diese Innenauskleidung besteht z.B. aus Brennkammersteinen, die zusätzlich mit einer Korrosions- und Oxidationsschutzschicht sowie mit einer keramischen Wärmedämmschicht versehen sein können. Thermisch extrem hoch belastet ist auch die erste Leitschaufelreihe 15 sowie der Mündungsbereich des Gasturbinenbrenners 13. Die hohe thermische Belastung führt zur Oxidation und Korrosion und kann z. B. auch Materialabtrag, Risse, Verformungen, Verkockung oder Abplatzungen zur Folge haben. Eine Erosion durch im Abgas mitgeführte Fremdkörper ist ebenfalls möglich. Die Ringbrennkammer 5 muß daher regelmäßig auf solche Verschleißerscheinungen hin überprüft werden. Dazu wird eine ferngesteuerte Inspektionsvorrichtung 21 in die Ringbrennkammer 5 eingebracht. Die Inspektionsvorrichtung 21 weist ein Traggestell 24 auf. Das Traggestell 24 ist durch einen unteren Rahmen 23 und einen oberen Rahmen 25 gebildet. Sowohl am unteren Rahmen 23 als auch am oberen Rahmen 25 sind jeweils vier Räder 29 montiert. An einer Stirnseite der Inspektionsvorrichtung 21 ist eine Translationsschiene 31 montiert. Auf dieser ist translatorisch von einem brennerseitigen zu einem turbinenseitigen Ende der Ringbrennkammer beweglich eine Videokamera 33 zusammen mit einer Beleuchtungseinrichtung 35 montiert. Die Videokamera 33 und die Beleuchtungseinrichtung 35 sind in einer Gelenkgabel 37 schwenkbar gehalten. Die Gelenkgabel 37 ist auf einem Schaft 39 drehbar gehalten. Die Kombination der translatorischen Bewegung auf der Translationsschiene 31 mit der Rotationsbewegung des Schaftes 39

und der Schwenkbewegung in der Gelenkgabel 37 ermöglicht eine vollständige Inspektion der Innenwände 9, 11 des Mündungs-
 reiches des Gasturbinenbrenners 13 und der ersten Leit-
 schaufelreihe 15. Eine am Schaft 39 angeordnete Steuer- und
 5 Versorgungseinrichtung 41 dient dem Antrieb der Bewegung für
~~die Videokamera 33 und der elektrischen Versorgung der~~
 Videokamera 33 bzw. des Beleuchtungssystems 35. Weiterhin
 kann in der Steuer- und Versorgungseinheit 41 eine Vorver-
 stärkung des Videosignals erfolgen. Das Videosignal wird über
 10 eine Leitung 43 aus der Ringbrennkammer 5 hinausgeleitet.
 Über die Leitung 43 erfolgt auch die Stromversorgung für die
 Steuer- und Versorgungseinrichtung 41.

Durch die ferngesteuerte Inspektionseinrichtung 21 kann eine
 15 vollständige Inspektion der Ringbrennkammer 5 ohne ein auf-
 wendiges Abdecken oder Aufdecken der Ringbrennkammer 5 erfol-
 gen. Dies hat eine erhebliche Verkürzung einer Revisionszeit
 zur Folge. Weiterhin wird durch die Videoerfassung des
 Brennkammerzustandes eine speicherbare und ortsunabhängig
 20 nachvollziehbare Dokumentation ermöglicht. Fachkundiges Per-
 sonal kann somit unabhängig vom Standort der Gasturbine 1 den
 Zustand der Ringbrennkammer 5 beurteilen. Weiterhin ist durch
 ein Vergleich mit älteren Inspektionen ein Fortschreiten ei-
 nes Verschleißes und eine Quantifizierung der Verschleißfort-
 schrittsgeschwindigkeit möglich. Die ferngesteuerte Inspek-
 tionseinrichtung 21 stellt somit gewissermaßen eine räumliche
 und zeitliche Kartographierung des Ringbrennkammerzustandes
 bereit. Es ergeben sich somit gegenüber einer bisher üblichen
 Inspektion durch direkte Inaugenscheinnahme völlig neue
 30 Möglichkeiten der Quantifizierung des thermisch induzierten
 Verschleißes in der Ringbrennkammer 5.

FIG 2 zeigt eine Inspektionsvorrichtung 21 in einer Aufsicht.
 Die Inspektionsvorrichtung 21 weist einen Elektromotor 45 auf.
 35 der Elektromotor 45 treibt über eine Welle 47 zwei der Räder
 29 an. Eine Stromversorgung des Elektromotors 45 erfolgt über
 eine Versorgungsleitung 49. Die Übertragung von Videobildern

erfolgt über die Leitung 43, wie in FIG 1, wobei die Leitung 43 mit einer Auswerteeinrichtung 51 verbunden ist. Die Auswerteeinrichtung 51 weist einen Monitor 53 auf, auf dem die Videobilder unmittelbar darstellbar sind. Die Auswerteeinrichtung 51 weist zudem eine Speichereinheit 55 auf, über die ~~die Videobilder abspeicherbar sind. Weiterhin sind durch die~~ Speichereinrichtung 55 Videobilder früherer Inspektionen abrufbar. Dabei kann eine ortssynchronisierte parallele Darstellung der aktuellen Inspektionsbilder mit früheren Inspektionsbildern erfolgen, so daß unmittelbar eine Veränderung im Verschleißzustand sichtbar wird. Eine Stromversorgungseinrichtung 57 dient der Stromversorgung für den Elektromotor 45.

FIG 3 zeigt eine weitere Ausgestaltung der ferngesteuerten Inspektionseinrichtung 21. Über eine teleskopartig ausfahrbare Schiene 61 wird die Videokamera 33 und das Beleuchtungssystem 35 in die Ringbrennkammer 5 eingeführt. Als Zugang dient dabei ein Mannloch 63. Die Schiene 61 ist C-förmig und kann den halben Umfang der Ringbrennkammer 5 umfahren. Das Traggestell 24 für die Videokamera 33 das Beleuchtungssystem 35 wird entweder mittels der Schiene 61 durch die Ringbrennkammer 5 bewegt oder das Traggestell 24 ist auf der Schiene 61 fahrbar gelagert.

In FIG 4 ist eine weitere Ausführungsform der Inspektionsvorrichtung 21 gezeigt. Das Traggestell 24 für die Videokamera 33 und das Beleuchtungssystem 35 wird dabei von einem Gelenkarm 71 durch die Ringbrennkammer bewegt.

Patentansprüche

1. Ferngesteuerte Inspektionsvorrichtung (21) für eine Ringbrennkammer (5) einer Gasturbine (1), mit
5 einem fernlenkbaren Antriebsmechanismus (29, 45, 61, 71),
~~einer beweglichen Videokamera (33),~~
einer Beleuchtungseinrichtung (35),
einem Traggestell (24) für die Videokamera (33), den Antriebsmechanismus (29, 45, 61, 71) und die Beleuchtungseinrichtung (35)
10 und mit Mitteln zum Übertragen von Videobildern der Videokamera (33) zu einer Auswerteeinrichtung (51).
2. Inspektionsvorrichtung (21) nach Anspruch (1),
15 bei der der Antriebsmechanismus (29, 45, 61, 71) einen Elektromotor (45) und Räder (29) aufweist, von welchen Rädern (29) mindestens eines durch den Elektromotor (45) antreibbar ist.
- 20 3. Inspektionsvorrichtung (21) nach Anspruch (1) oder 2, bei der der Antriebsmechanismus (29, 45, 61, 71) eine, insbesondere C-förmige, Schiene (61) aufweist, mit der das Traggestell (24) fahrbar ist.
4. Inspektionsvorrichtung (21) nach Anspruch (1),
bei der der Antriebsmechanismus (29, 45, 61, 71) einen Gelenkarm (71) aufweist, auf dem das Traggestell (24) montiert ist.
- 30 5. Verfahren zur Inspektion einer Ringbrennkammer (5) einer Gasturbine (1), bei dem
eine Videokamera (33) ferngelenkt in die Ringbrennkammer (5) eingeführt und so geschwenkt wird, daß durch die Videokamera (33)
35 Videobilder von Bereichen der Innenwände (9, 11) der Ringbrennkammer (5) aufgenommen werden, welche Videobilder an

eine außerhalb der Ringbrennkammer (5) positionierte Auswerteeinrichtung (51) übermittelt werden.

Zusammenfassung

Inspektionsvorrichtung für eine Ringbrennkammer einer Gasturbine und Verfahren zur Inspektion einer Ringbrennkammer einer
5 Gasturbine

Die Erfindung betrifft eine ferngesteuerte Inspektionsvorrichtung (21) für eine Ringbrennkammer (5) einer Gasturbine (1). Die Inspektion erfolgt mittels einer Videokamera (33).
10 Durch die Inspektion mittels der Inspektionsvorrichtung (21) wird eine erhebliche Verkürzung der Inspektionszeit sowie eine genaue Dokumentation des Verschleißes der Ringbrennkammer (5) erreicht.

15 FIG 1

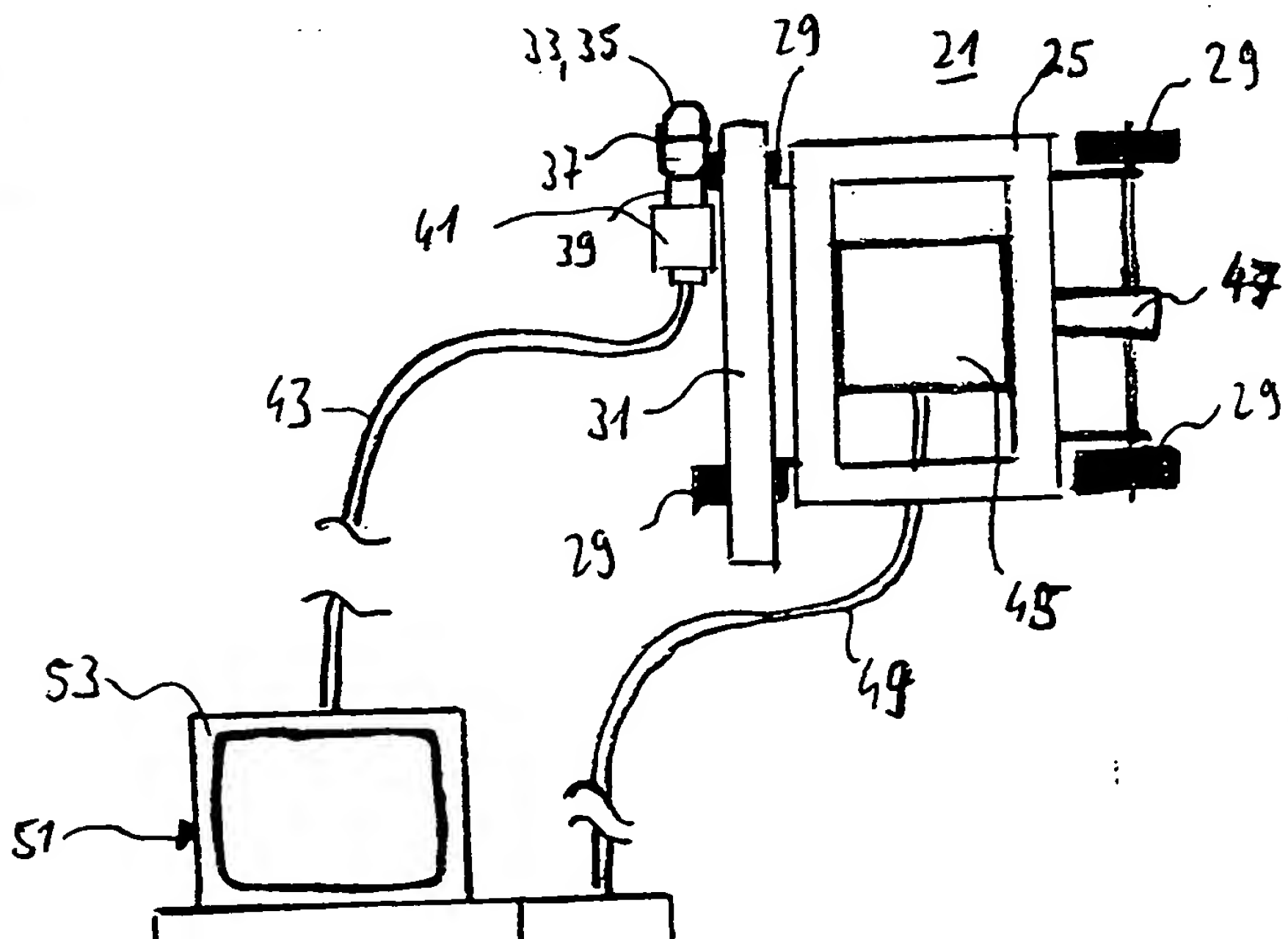
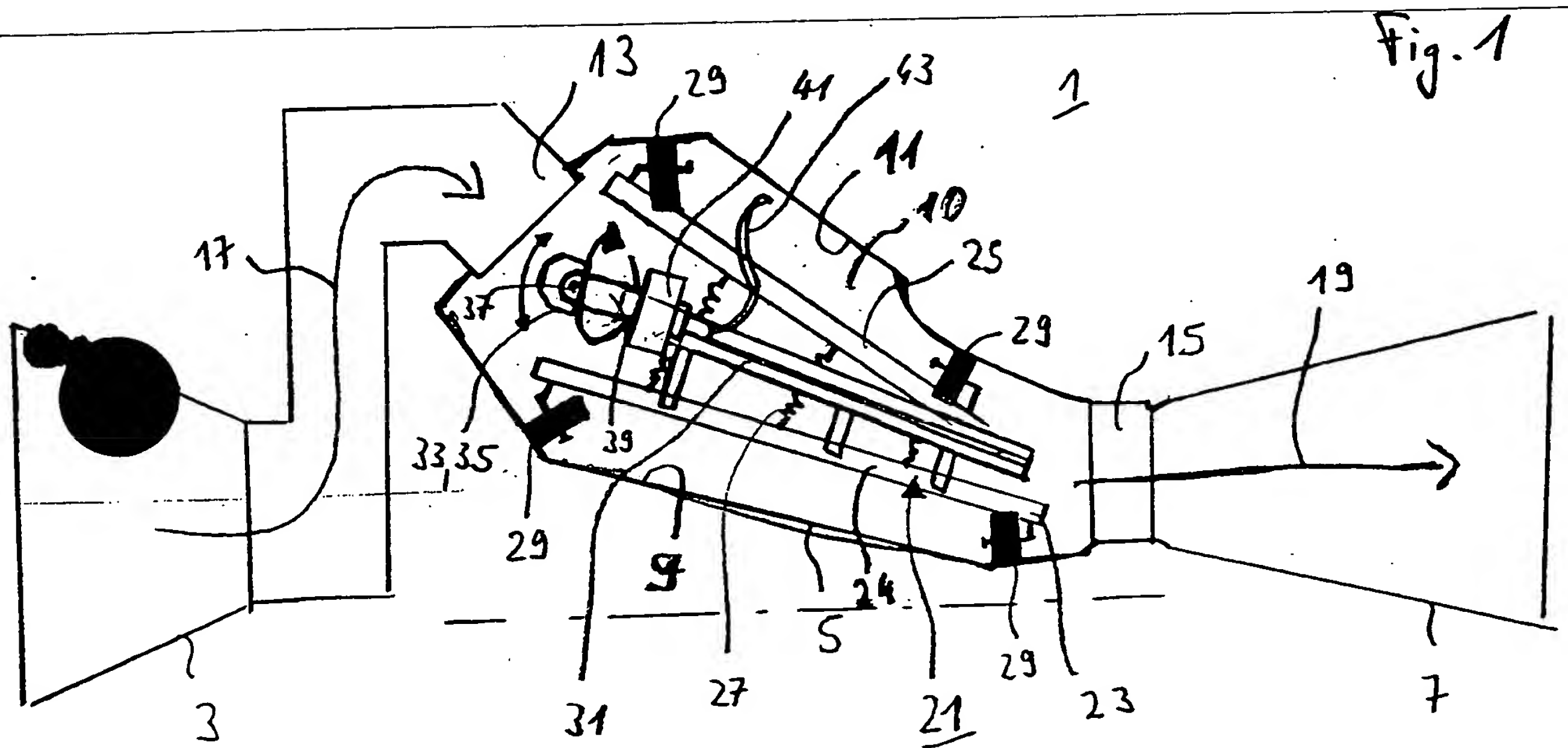


Fig. 2

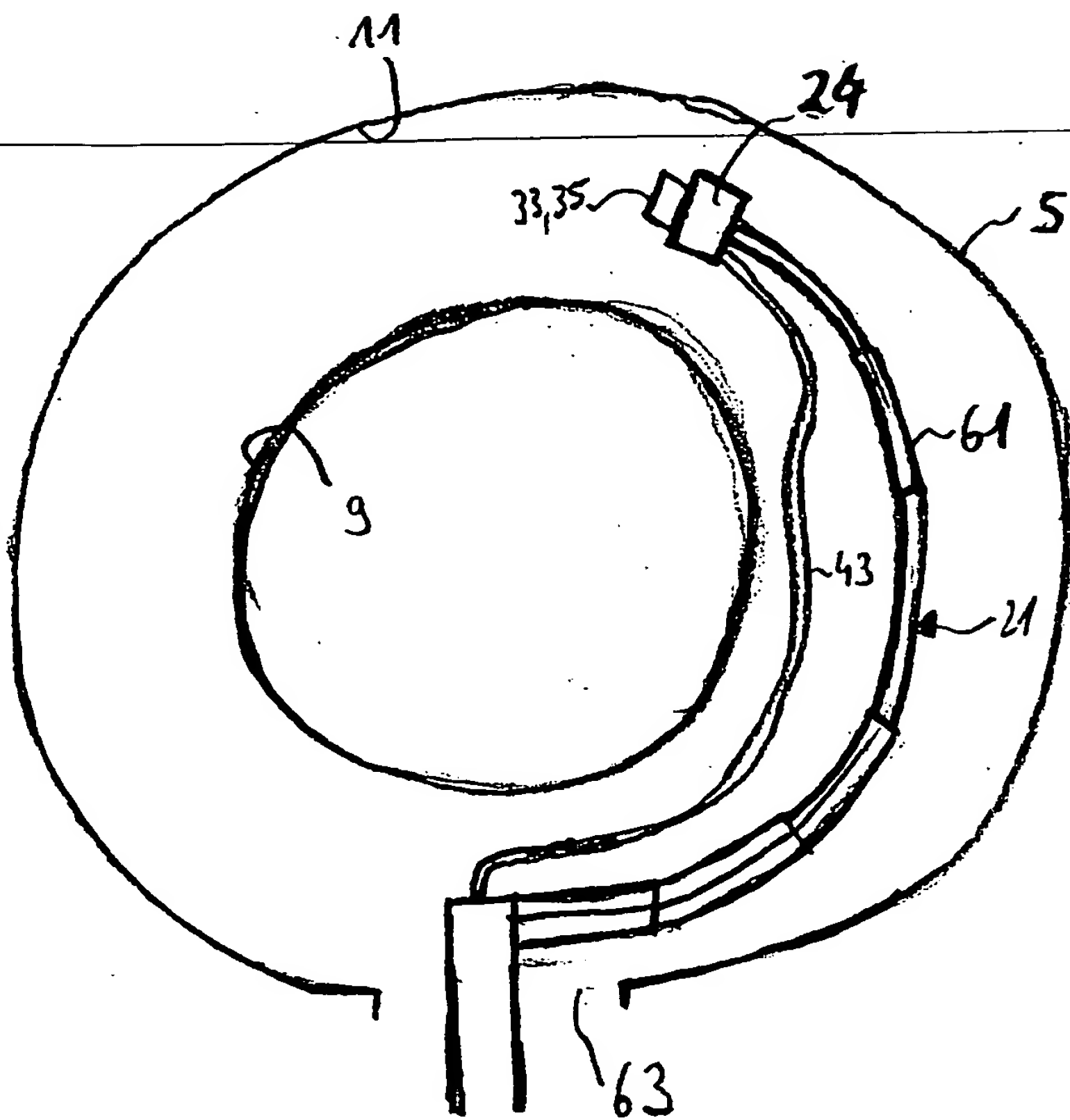
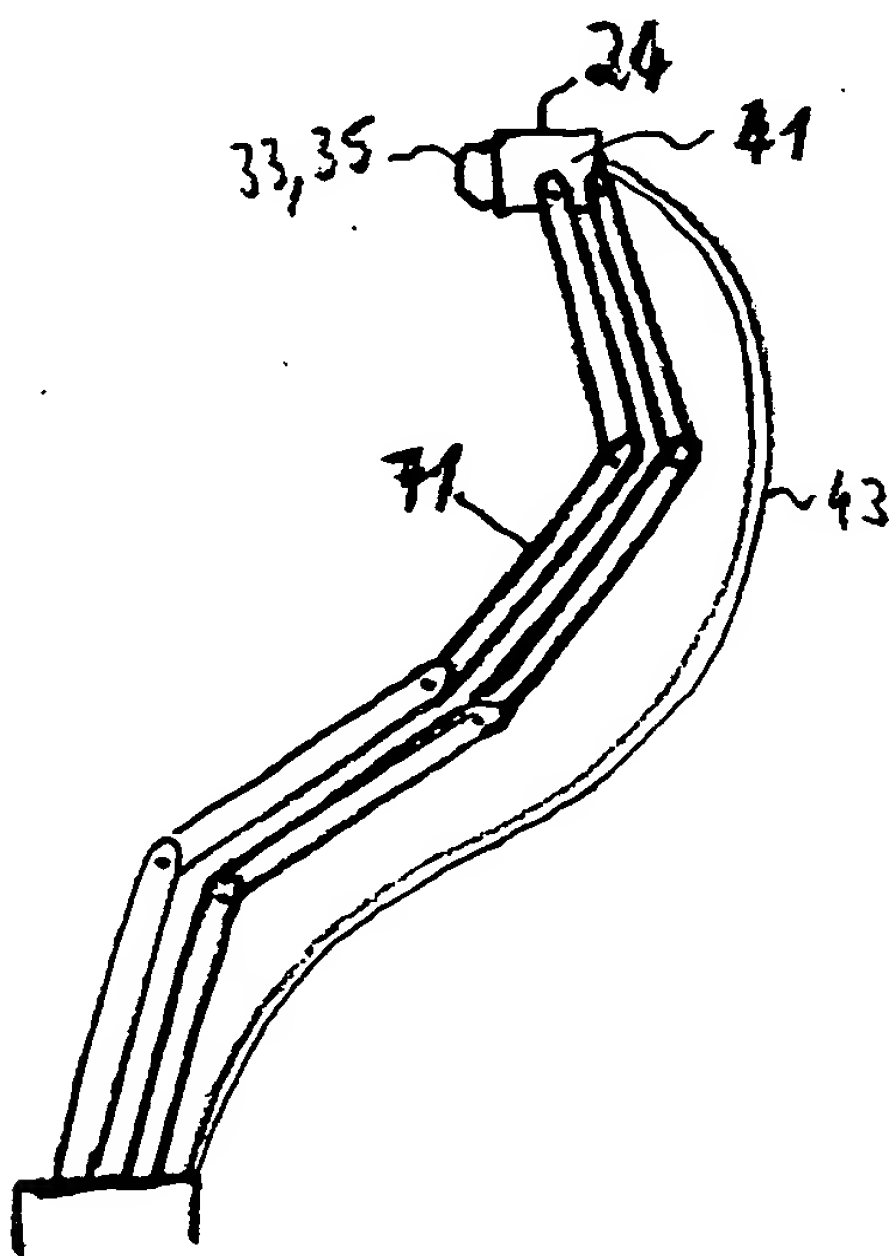


Fig. 3



21

Fig. 4